

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re U.S. Patent Application)

Applicant: Shimazaki et al.)

Serial No.)

Filed: March 23, 2004)

For: SYSTEM AND METHOD FOR)
DETERMINATION OF LOAD)
MONITORING CONDITION AND)
LOAD MONITORING PROGRAM)

Art Unit:)

*I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as EXPRESS MAIL in an envelope addressed to: Mail Stop PATENT APPLICATION, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on this date.*March 23, 2004
Date
Express Mail Label No.: EV032735860USCLAIM FOR PRIORITYMail Stop PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicants claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2003-369861, filed October 30, 2003.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By

Patrick G. Burns
Registration No. 29,367**Customer No. 24978**March 23, 2004
300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, Illinois 60606
Phone: (312) 360-0080
Fax: (312) 360-9315
P:\DOCS\2803\70095\477074.DOC

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年10月30日

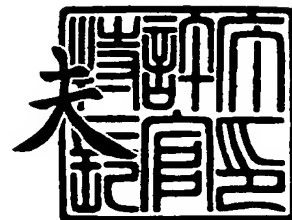
出願番号
Application Number: 特願2003-369861
[ST. 10/C]: [JP 2003-369861]

出願人
Applicant(s): 富士通株式会社

2004年 1月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2004-3000348

【書類名】 特許願
【整理番号】 0350621
【提出日】 平成15年10月30日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06F 11/34
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 島▲崎▼ 健一
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 石橋 宏司
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 勝又 純
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 津呂 光太郎
【特許出願人】
 【識別番号】 000005223
 【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100087848
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小笠原 吉義
 【電話番号】 03-3807-1151
【選任した代理人】
 【識別番号】 100083297
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 山谷 皓榮
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 012586
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0203885

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

1 つまたは複数の計算機からなる計算機システムの負荷監視を行うための負荷監視条件を決定する負荷監視条件決定方法を計算機に実行させるための負荷監視条件決定プログラムであって、

前記計算機システムに外部から負荷を与える処理と、

前記計算機システムに負荷が与えられている間、前記計算機システムの外部でレスポンスまたはスループットを測定する処理と、

前記計算機システムに負荷が与えられている間、前記計算機システムから前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果を受信する処理と、

前記計算機システムに与えた外部からの負荷量と、前記レスポンスまたはスループットの測定結果と、前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とから、前記計算機システムの負荷監視に用いる負荷監視条件を決定する処理とを、

計算機に実行させるための負荷監視条件決定プログラム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の負荷監視条件決定プログラムにおいて、

前記負荷監視条件は、どのリソースのどの項目を監視するかを示す監視項目と、その監視項目の監視に用いるしきい値との情報を少なくとも含み、

前記負荷監視条件を決定する処理では、

前記外部から与えた負荷と前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とを関連付けることによって、前記負荷に対してよく反応したリソースの項目を検出し、それを監視項目とし、それを監視する基準となるしきい値を、前記測定したレスポンスもしくはスループットの限界性能またはその予想値、あるいはリソース状況の測定結果に基づくリソースの物理的限界によって決定する処理を、

計算機に実行させることを特徴とする負荷監視条件決定プログラム。

【請求項 3】

1 つまたは複数の計算機からなる計算機システムの負荷監視を行うための負荷監視条件を決定する負荷監視条件決定システムであって、

前記計算機システムに負荷を与える負荷発生手段と、

前記計算機システムに負荷を与えている間に、前記計算機システムのレスポンスまたはスループットを測定する外部レスポンス・スループット測定手段と、

前記計算機システムに与えた負荷量と、前記レスポンスまたはスループットの測定結果と、前記計算機システムに負荷量を与えている間に前記計算機システム内部で測定された前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とから、前記計算機システムの負荷監視に用いる負荷監視条件を決定する負荷監視条件判断支援手段とを備える

ことを特徴とする負荷監視条件決定システム。

【請求項 4】

1 つまたは複数の計算機からなる計算機システムの負荷監視を行うための負荷監視条件を決定する負荷監視条件決定方法であって、

前記計算機システムに外部から負荷を与える過程と、

前記計算機システムに負荷が与えられている間、前記計算機システムの外部でレスポンスまたはスループットを測定する過程と、

前記計算機システムに負荷が与えられている間、前記計算機システム内部のリソース状況を測定する過程と、

前記計算機システムに与えた外部からの負荷量と、前記レスポンスまたはスループットの測定結果と、前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とから、前記計算機システムの負荷監視に用いる負荷監視条件を決定する過程とを有する

ことを特徴とする負荷監視条件決定方法。

【請求項 5】

1 つまたは複数の計算機からなる計算機システムの負荷監視を行うための負荷監視条件

を決定し、その負荷監視条件で負荷監視を行う負荷監視方法を計算機に実行させるための負荷監視プログラムであって、

前記計算機システムに外部から負荷を与える処理と、

前記計算機システムに負荷が与えられている間、前記計算機システムの外部でレスポンスまたはスループットを測定する処理と、

前記計算機システムに負荷が与えられている間、前記計算機システムから前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果を受信する処理と、

前記計算機システムに与えた外部からの負荷量と、前記レスポンスまたはスループットの測定結果と、前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とから、前記計算機システムの負荷監視に用いる負荷監視条件を決定する処理とを、

負荷監視条件決定用の計算機に実行させることによって決定された負荷監視条件が設定されることにより、前記設定された負荷監視条件を用いて前記計算機システムの負荷監視を行う処理を、

前記計算機システムを構成する計算機に実行させるための負荷監視プログラム。

【書類名】明細書

【発明の名称】 負荷監視条件決定プログラム, 負荷監視条件決定システム, 負荷監視条件決定方法および負荷監視プログラム

【技術分野】**【0001】**

本発明は、計算機システム（複数の計算機で構成された計算機システムを含む）の負荷監視の技術に関し、特に、計算機システムの負荷を監視するにあたって、負荷監視条件を容易に決定することができるようにした負荷監視条件決定プログラム、負荷監視条件決定システム、負荷監視条件決定方法および負荷監視プログラムに関するものである。

【0002】

ここで、負荷監視条件として決定される情報は、どの計算機を監視するかを示す「監視箇所」、どのリソースの項目を監視するかという「監視項目」、どのような値を基準に監視するかという「しきい値」などの情報である。

【背景技術】**【0003】**

計算機システムの負荷監視の技術として、システムの稼動情報を採取し、あらかじめしきい値が設定されたテーブルを用いて異常負荷を検出し、その情報を表示装置に出力する技術がある（例えば、特許文献1、特許文献2参照）。

【0004】

また、コンピュータシステムの稼動情報を採取し、採取された稼動情報に基づいて計算された負荷値と監視情報テーブルのしきい値とを比較し、負荷値がしきい値を越える場合に、監視情報テーブルを参照して連動処理を起動する技術がある（例えば、特許文献3参照）。

【0005】

また、管理対象を構成する要素を計測し、基準値格納テーブルに格納された基準値と計測値とを比較してそのずれを求め、管理対象内の異常である可能性の高い箇所を管理者に知らせる技術がある（例えば、特許文献4参照）。この技術では、計測値を用いて、基準値格納テーブル内の基準値を必要に応じて更新している。

【0006】

これらのような計算機システムの負荷監視の技術では、監視項目、しきい値などの負荷監視条件の設定作業は、システム管理者の経験やスキルに頼って行われていた。しかし、システム管理者にとっても、設定作業は難しいものであった。

【0007】

このような設定作業の難しさを解決するための技術として、計算機システムの過去の負荷情報に基づいてしきい値を自動的に設定することで、計算機システムが通常と異なる動きをしていることを検知する技術がある（例えば、特許文献5参照）。

【特許文献1】 特開平4-344544号公報

【特許文献2】 特開平6-67938号公報

【特許文献3】 特開2001-134473号公報

【特許文献4】 特開2002-132543号公報

【特許文献5】 特開2001-142746号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

「どの箇所、どの項目を、どれぐらいのしきい値を用いて監視するか」といった負荷監視条件をシステム管理者が決定するのは、非常に難しい作業となっていた。その理由は、以下のとおりである。

【0009】

1. あるリソース（システムのハードウェア資源）が枯渇しそうになっているからといって、必ずしもその計算機システムが異常であるとはいえない場合がある。こういうリソ

ースに対してしきい値を設定しても監視の意味をなさないことになる。このような場合には、異常通知があっても対応のしようがない。

【0010】

2. 複数の計算機で構成されている計算機システムの場合、負荷に対する弱点となる部分に適切なしきい値を設定することで、効率的な監視が行われる。しかし、システムの弱点は外から与えられる負荷の性質（データの大きさ、システム利用者数、単位時間あたりの処理数など）によって異なる場合がある。

【0011】

このような事象は、計算機システムに対する外部要因（外から与えられる負荷の状況）と内部要因（計算機システム内部のリソースの枯渇状況）との関係付け（相関関係を見いだすこと）が難しいことに起因している。

【0012】

負荷異常を検出するにあたっては、外から見た状況を監視することができればわかりやすい。しかしながら、Webシステムに代表されるように誰でも利用できるように現在の計算機システムでは、外部からの負荷を測ることがとても困難である。よって、測定しやすい内部要因を指標にして負荷の状況判断する方法が、一般的に用いられている。このとき、実際の外部からの負荷状況と、計算機システム内部のリソース状況とをうまく関係付けられないことが、監視方法を決定することの難しさにつながっている。

【0013】

監視方法を決定することの難しさを解決するための技術として、前述した特許文献5のように、時間帯ごとの特性や曜日ごとの特性などの実績に基づいてしきい値を自動的に変更しながら監視する技術がある。この技術により、確かに難しい設定作業をなくすることができる。しかし、この技術により得られる監視結果は、「通常とは異なる」という結果でしかない。つまり、この技術によって、計算機システムが通常より高い負荷で稼働していることはわかるが、それが異常であるか否かを正確に判断することはできない。

【0014】

本発明は、このような困難で不確実な負荷監視上の問題の解決をはかり、正確な負荷監視条件の設定作業を容易に行うことが可能となる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明は、上記課題を解決するため、計算機システムの外部から負荷を与え、そのときに、計算機システム外部ではレスポンス、スループットを測定し、計算機システム内部ではリソース状況を測定し、それらの結果から負荷監視条件（監視箇所、監視項目、しきい値など）を決定することを特徴とする。

【0016】

具体的には、1つまたは複数の計算機からなる計算機システムの負荷監視を行うための負荷監視条件を決定する負荷監視条件決定方法であって、計算機システムに外部から負荷を与える過程と、計算機システムに負荷が与えられている間、計算機システムの外部でレスポンスまたはスループットを測定する過程と、計算機システムに負荷が与えられている間、計算機システム内部のリソース状況を測定する過程と、計算機システムに与えた外部からの負荷量と、レスポンスまたはスループットの測定結果と、計算機システム内部のリソース状況の測定結果とから、計算機システムの負荷監視に適切な負荷監視条件を決定する過程とを有することを特徴とする。

【0017】

計算機システムの外部から与えられる負荷と、計算機システム内部のリソース状況とを関連づけて評価することにより、たくさんある指標（システムリソース情報）の中から、どのリソースの項目を監視することが一番有効なのかを探することができる。すなわち、負荷量の変動に対するリソースの反応を調べることによって、最も監視が必要なリソースおよびその監視のためのしきい値を決定することができる。

【0018】

また、以上の各過程による処理は、コンピュータとソフトウェアプログラムとによって実現することができ、そのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録することも、ネットワークを通して提供することも可能である。

【発明の効果】

【0019】

本発明によって、計算機システムの外部からの負荷に対する限界特性を把握することと、それと密接な関係を持つ計算機システム内部のリソース状況を知ることによって、容易に監視指標を決定することができるようになる。つまり、負荷状況と監視指標との関係が明確になることにより、負荷の異常監視の運用がより効果的に実施できるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態を図を用いて説明する。

【0021】

図1は、本発明の実施の形態における負荷監視システムの構成例を示す図である。図1の例では、サーバA11a、サーバB11b、サーバC11cの3つのサーバ11（計算機）からなる計算機システム10を監視対象としている。各サーバ11a～11c（以下、サーバ11と記す）は、内部リソース状況測定部12a～12c（以下、内部リソース状況測定部12と記す）と、しきい値監視部13a～13c（以下、しきい値監視部13と記す）とを備える。負荷監視条件決定装置20は、負荷発生部21と、外部レスポンス・スループット測定部22と、負荷監視条件判断支援部23とを備える。監視対象となる計算機システム10と負荷監視条件決定装置20とは、接続されているものとする。また、負荷監視条件決定装置20には、オペレータ（システム管理者）との入出力のためのディスプレイやキーボード等の入出力装置30が接続されている。

【0022】

図2は、本実施の形態における負荷監視処理のフローチャートである。本実施の形態は、大きく分けて、負荷監視条件決定装置20を用いて計算機システム10に負荷を与える負荷テストを行う負荷テストフェーズP1（ステップS10～S17）と、負荷テストの結果をもとに、負荷監視条件決定装置20が、負荷監視条件を決定する負荷監視条件決定フェーズP2（ステップS18、S19）と、その後、決定された負荷監視条件による計算機システム10における負荷監視を行う負荷監視の運用フェーズP3（ステップS20～S23）からなる。

【0023】

まず、負荷テストフェーズP1では、負荷発生部21は、システム管理者からの指示を受け、負荷パラメタの指定情報を取得し（ステップS10）、負荷パラメタの指定情報に従って要求電文を作成し（ステップS11）、計算機システム10に対して要求電文を送信する（ステップS12）。すなわち、負荷発生部21は、システム管理者による規模の負荷（データの大きさ）、数の負荷（利用者数・接続数）、量の負荷（単位時間あたりのアクセス数・トランザクション数）の組合せからなる負荷パラメタの指定を受け、それをもとに要求電文を生成し、生成された要求電文を計算機システム10に送信する。計算機システム10に与える負荷の組み合わせである負荷パラメタは、負荷のパターンとして管理される。

【0024】

外部レスポンス・スループット測定部22は、負荷発生部21によって計算機システム10に負荷を与えている間、レスポンスとスループットとを測定する（ステップS13）。測定結果は、負荷監視条件判断支援部23に送られる。

【0025】

各サーバ11の内部リソース状況測定部12は、計算機システム10が負荷監視条件決定装置20によって負荷を与えられている間、リソース状況測定用のセンサ（コマンド）を定期的に駆動し（ステップS14）、コマンドの結果（リソース状況の測定結果）を解析し（ステップS15）、解析結果を蓄積する（ステップS16）。蓄積された解析結果

は、負荷監視条件決定装置 2 0 の負荷監視条件判断支援部 2 3 に送信される。

【0 0 2 6】

ここで、ステップ S 1 5、S 1 6 のコマンド結果を解析し、蓄積するとは、例えばコマンドの結果として出力されるリソース状況の測定結果をもとに、ある時点でのある項目がいくつであるのかを表（テーブル）データとして管理するということである。

【0 0 2 7】

図 3 は、本実施の形態におけるリソース状況を測定するコマンドとコマンドの結果の例を示す図である。ここでは、リソース状況を測定するコマンドとして、UNIX（登録商標）系の“sar”というコマンドを用いている。

【0 0 2 8】

図 3（A）は、CPU のリソース状況を測定するコマンドとコマンドの結果の例である。この例では、“sar”コマンドの後ろの“-u”オプションで、CPU の情報出力を指定し、“-u”オプションの後ろの“5 5”で、5 秒間隔で 5 回の測定を指定している。

【0 0 2 9】

図 3（A）のコマンドの結果の例には、“%usr”、“%sys”、“%wio”、“%idle”の項目について 5 秒ごとに 5 つの測定結果が示されており、最後の“Average”では、各項目ごとに 5 回の測定の平均が示されている。ここで、“%usr”、“%sys”、“%wio”、“%idle”の各項目については、後述する。

【0 0 3 0】

図 3（B）は、メモリのリソース状況を測定するコマンドとコマンドの結果の例である。この例では、“sar”コマンドの後ろの“-r”オプションで、メモリの情報出力を指定し、“-r”オプションの後ろの“5 5”で、5 秒間隔で 5 回の測定を指定している。

【0 0 3 1】

図 3（B）のコマンドの結果の例には、“freemem”、“freeswap”の項目について 5 秒ごとに 5 つの測定結果が示されており、最後の“Average”では、各項目ごとに 5 回の測定の平均が示されている。ここで、“freemem”、“freeswap”の各項目については、後述する。

【0 0 3 2】

ステップ S 1 0～S 1 6 までの処理を、負荷パラメタのパターンを変えて繰り返す（ステップ S 1 7）。

【0 0 3 3】

次に、負荷監視条件決定装置 2 0 は、負荷テスト（ステップ S 1 0～S 1 7）の結果をもとに、負荷監視条件を決定する負荷監視条件決定フェーズ P 2 に移る。このフェーズ P 2 では、負荷監視条件判断支援部 2 3 は、負荷テストに用いた負荷パラメタのパターンと、レスポンス、スループットの測定結果と、計算機システム 1 0 内部のリソース状況の解析結果とを突き合わせて、負荷監視条件を決定する（ステップ S 1 8）。このとき、必要があれば、システム管理者に負荷テストの結果を提示して指示を促す。これにより、与えられた負荷に対してどのサーバ 1 1（監視箇所）、どのリソースの項目（監視項目）が最もよく反応して監視の指標としてふさわしいかを判断することができ、その監視項目を監視するための適切なしきい値を設定することができる。

【0 0 3 4】

ステップ S 1 8 において負荷監視条件が決定すると、負荷監視条件判断支援部 2 3 は、決定された負荷監視条件を、該当するサーバ 1 1（監視箇所）のしきい値監視部 1 3 に送信する（ステップ S 1 9）。

【0 0 3 5】

その後、負荷監視の運用フェーズ P 3 に移り、決定された負荷監視条件による計算機システム 1 0 における負荷監視が行われる（ステップ S 2 0～S 2 3）。負荷監視の運用フェーズ P 3 では、計算機システム 1 0 の稼動時に、しきい値監視部 1 3 は、監視対象用のセンサ（コマンド）を定期的に駆動し（ステップ S 2 0）、コマンドの結果（リソース状況の測定結果）を解析し（ステップ S 2 1）、コマンドの結果がしきい値を越えていたら

(ステップS22), その旨をシステム管理者に通知する(ステップS23)。

【0036】

ここで、コマンドの結果がしきい値を越えた場合の対処法として、計算機システム10の外部からの要求の受付を制限する制御を行うなどの対処法が考えられる。また、しきい値を利用してアプリケーション間や複数の計算機間のリソース割り当てを自動的にバランス調整するなどの対処法も考えられる。

【0037】

なお、ここでは、コマンドによってリソースの状況を測定できるとして説明したが、監視対象用のセンサは、ハードウェアによるものでも、例えばオペレーティング・システムに組み込まれたソフトウェアプログラムによるものでもいずれでもよく、リソース状況の測定方法については、従来から一般に用いられている方法を利用することができる。

【0038】

負荷テストによりリソースの状況を測定した結果から監視方式を判断し負荷監視条件を決定するまでの作業の流れとしては、大きく以下の三つのパターンがある。

(1) システムの限界性能を確認する(見届ける)。

【0039】

負荷テストによって計算機システム10の限界性能が確認することができれば、その時、よく反応した(かかった負荷によく連動した)システムリソースの状態をそのまま監視方式として採用し、最も確実に適切な負荷監視条件を決定することができる。最も確実な方法であるが、負荷テストに時間を要する。

(2) システムの限界性能を外部レスポンス・スループットの傾向から予測する。

【0040】

3～5回の負荷テストの結果から、システム限界(レスポンスやスループットの飽和点)を導き出し、その時のシステムリソースの状態を逆算する。上記(1)と比べて負荷テストが少なく済むが、システム限界(しきい値の確度)は予測の範囲となる。次の(3)の方法と組み合わせて用いる。

(3) 外部からの負荷にリニアに反応する内部リソースの物理的限界から判断する。

【0041】

3～5回の負荷テストの結果から、リニアによく反応した(かかった負荷によく連動した)内部リソースを確認し、そのリソースの物理的限界点を観点にしきい値を決定する。上記(2)の方法と組み合わせて用いる。

【0042】

図4は、本実施の形態における負荷監視条件判断支援処理のフローチャートである。負荷監視条件判断支援部23における負荷監視条件の決定について、図4を用いて詳しく説明する。

【0043】

まず、負荷テストの結果から計算機システム10の外部からの負荷に対する限界性能が確認できたか否かを判定し(ステップS30)、限界性能が確認できれば、外部からの負荷に対してリニアによく反応した(負荷によく連動した)リソースの項目を検出する(ステップS31)。検出したリソースが属するサーバ11(計算機)を監視箇所、検出したリソースの項目を監視項目として決定し(ステップS32)、その監視箇所、監視項目において限界時に測定されたリソース状況の測定結果をもとに、最適なしきい値を決定する(ステップS33)。

【0044】

図5、図6は、本実施の形態における監視箇所、監視項目の決定を説明する図である。図5に示す情報は、各サーバ11ごとの各リソース状況の測定結果が負荷パラメタを変えた負荷テスト(テストa～c)ごとに整理された情報であり、各サーバ11の内部リソース状況測定部12によるリソース状況の測定結果から得られる情報である。また、図6に示す情報は、3回の負荷テスト(テストa～c)の結果をサーバB11bについてまとめた情報である。ここで、計算機システム10に与えられた負荷量は、

負荷量 (テスト a) < 負荷量 (テスト b) < 負荷量 (テスト c)
であるものとする。

【0045】

図6において、変化量とは、テスト a の結果とテスト c の結果との差分情報であり、変化率とは、変化の割合である。

【0046】

変化量 = (テスト c の結果) - (テスト a の結果)

変化率 = {(テスト c の結果) - (テスト a の結果)} / (テスト a の結果)

例えば、最も変化率が大きいリソースの項目を監視項目として決定する。

【0047】

図5、図6の例では、たくさんのリソースの項目の中から、CPU、メモリ、入出力装置 (I/O) のリソースについて、それぞれ数個の項目を例として挙げている。以下、図5、図6の例に挙げられた項目について簡単に説明する。

・CPUの監視項目の例

“%usr” : ユーザモードで動作したCPU時間

“%sys” : remote以外のシステムモードで動作したCPU時間

“%wio” : アイドル状態でなかった時間

“%idle” : 入出力完了待ち時間

・メモリの監視項目の例

“sml __mem” : スモールメモリ要求プールの中に持っている利用可能なメモリ量

“alloc” : スモールメモリ要求プールから割り当てるメモリ量

“fail” : スモールメモリ要求の割り当てに失敗した数

“lg __mem” : ラージメモリ要求プールの中に持っている利用可能なメモリ量

“freemem” : ユーザプロセスに利用できるメモリページ数

“freeswap” : 空きスワップページ数

・I/Oの監視項目の例

“%busy” : 装置が転送要求サービスに費やした時間

“avque” : 待ち行列につながれた要求の平均数

“r+w/s” : 装置への read と write の転送数

“blks/s” : 装置に転送されたブロック数

以上、図5、図6に記載されている項目のみ説明したが、ここで説明したもの以外にも多数の項目が存在する。

【0048】

これらのリソースの項目の中から、外部からの負荷に対しよく反応したリソースの項目を検出する。例えば、図5から、サーバB11bが、サーバA11a、サーバC11cに比べて全体的によく反応していることがわかる。また、図6から、メモリにおける“lg __mem”の項目が、他の項目に比べてよく反応していることがわかる。これらの情報から、監視箇所、監視項目を決定することができる。

【0049】

また、図5、図6に示すような表をシステム管理者に提示するようにしてもよい。図5、図6の情報をもとに、負荷監視条件判断支援部23が自動的に監視箇所、監視項目を決定するようにしてもよいし、システム管理者が監視箇所、監視項目を決定するようにしてもよい。

【0050】

ステップS30において、計算機システム10に対して限界まで負荷を与えることができず、限界性能が確認できなければ、複数の負荷パラメタのパターンの負荷テストの結果からレスポンス、スループットの飽和点 (限界点) を予測し (ステップS34)、外部からの負荷に対してリニアによく反応したリソースの項目を検出し (ステップS35)、検出したリソースが属するサーバ11を監視箇所、検出したリソースの項目を監視項目として決定する (ステップS36)。

【0051】

ここで、レスポンス、スループットの飽和点（限界点）の予測について説明する。レスポンス、スループットの飽和点とは、与えられる負荷に対する計算機システム10のレスポンス、スループットの値がほぼ限界に近い値となると予想される点を示すものとする。レスポンス、スループットの飽和点は、例えば、負荷パラメタのパターンを変えた数回の負荷テストの結果をもとに予測することが可能である。

【0052】

図7は、本実施の形態におけるレスポンス、スループットの飽和点の予測を説明する図である。図7（A）は、3パターンの負荷パラメタによる負荷テストの結果からのレスポンスの飽和点を予測した例を示し、図7（B）は、3パターンの負荷パラメタによる負荷テストの結果からのスループットの飽和点を予測した例を示す。

【0053】

図7（A）において、横軸は計算機システム10に与える負荷量を示し、縦軸はレスポンスの値を示す。レスポンスは、要求電文の送信からそれに対する返信までの1トランザクションの最大応答時間である。図7（B）において、横軸は計算機システム10に与える負荷量を示し、縦軸はスループットの値を示す。スループットは、1単位時間に処理された要求電文（トランザクション）数である。図7において、曲線の実線部分は負荷テストの結果から得られた曲線を示し、点線部分は予測された曲線を示す。

【0054】

レスポンスの飽和点の予測方法としては、例えば図7（A）に示すように、数回の負荷パラメタを変えた負荷テスト（図7（A）では3回の負荷テスト）で測定されたレスポンスの結果から、計算機システム10への負荷量に対するレスポンスを示す曲線（以下、レスポンス曲線という）を予測し、予測により得られたレスポンス曲線から飽和点（P点）を予測する方法がある。予測するレスポンスの飽和点（P点）は、例えば、レスポンスの値が急激に上がる点（レスポンス曲線の立上がり点）などである。

【0055】

また、スループットの飽和点の予測方法としては、例えば図7（B）に示すように、数回の負荷パラメタを変えた負荷テスト（図7（B）では3回の負荷テスト）で測定されたスループットの結果から、計算機システム10への負荷量に対するスループットを示す曲線（以下、スループット曲線という）を予測し、予測により得られたスループット曲線から飽和点（Q点）を予測する方法がある。予測するスループットの飽和点（Q点）は、例えば、スループットの値がほぼ一定となる点（スループット曲線がほぼ水平に近くなる点）などである。

【0056】

レスポンス曲線、スループット曲線の予測と、レスポンス、スループットの飽和点の予測は、負荷監視条件判断支援部23が自動的に行うが、負荷監視条件判断支援部23が予測のための支援としてシステム管理者に飽和点等の判断に必要な情報を提供し、システム管理者に予測させるようにしてもよい。

【0057】

負荷監視条件判断支援部23が自動的に曲線の予測を行う方法としては、例えば、あらかじめ経験的に曲線の計算式（通常は、多次式）を設定しておき、その計算式に負荷テストの結果を代入して曲線を予測する方法がある。また、別の方法としては、あらかじめ複数の曲線のパターンを用意しておき、それらの曲線の中から負荷テストの結果に最も近い曲線を選択する方法もある。

【0058】

また、負荷監視条件判断支援部23が自動的に飽和点の予測を行う方法としては、例えば、図7においてx軸（負荷量）の一定増分に対するy軸（レスポンスまたはスループット）の増分の割合を計算し、その割合が所定の値を上回ったときに（レスポンスの場合）、または、所定の値を下回ったときに（スループットの場合）限界に達したものとし、その点を飽和点とする方法がある。

【0059】

負荷監視条件判断支援部23が予測のための支援としてシステム管理者に必要な情報を提供する方法としては、例えば図7に示すように、負荷テストの結果をプロットしてグラフ化し、ディスプレイ等に表示する方法がある。システム管理者は、例えば、マウス等を用いて、予測される曲線をディスプレイ上のグラフに書き込み、その曲線上で飽和点と思われる部分を指定することにより、曲線、飽和点の予測を行うことができる。曲線の予測時に、システム管理者に予測される曲線を書き込ませるのではなく、負荷監視条件判断支援部23があらかじめ数通りの曲線の予測を用意し、それらの中からシステム管理者に予測曲線を選択させるようにする方法もある。

【0060】

なお、曲線と飽和点とのいずれか一方を負荷監視条件判断支援部23が自動的に予測し、他方をシステム管理者が予測するようにしてもよい。また、負荷監視条件判断支援部23が自動的に予測を行うかシステム管理者が予測を行うかを、システム管理者に選択させるようにしてもよい。また、負荷監視条件判断支援部23は、予測を自動で行うか否かにかかわらず、負荷テストの結果を、例えば図7に示すようなグラフなどで、システム管理者に提示するようにしてもよい。

【0061】

ステップS36において監視箇所、監視項目が決定されると、監視項目として決定されたリソースが負荷テストによって物理的限界に達しているか否かを判定し（ステップS37）、物理的限界に達していれば、そのリソースの物理的限界値をもとに、しきい値を決定する（ステップS38）。

【0062】

ここで、物理的限界とは、例えば、メモリの容量、ディスクの記憶容量などのようなリソースの限界を示す。数回の負荷テストの間に、監視項目として決定されたリソースの物理的限界を示す結果が得られれば、リソースの物理的限界をもとにしきい値を決定することができる。

【0063】

ステップS37において物理的限界に達していなければ、ステップS34において予測されたレスポンス、スループットの飽和時の監視箇所、監視項目のリソース状況を予測し、それをもとにしきい値を決定する（ステップS39）。

【0064】

ここで、レスポンス、スループットの飽和時の監視箇所、監視項目のリソース状況の予測について説明する。

【0065】

図8は、本実施の形態におけるレスポンスの飽和時の監視箇所、監視項目のリソース状況の予測を説明する図である。図8（A）は、3パターンの負荷パラメタによる負荷テストの結果からのレスポンスの飽和点（P点）の予測を示し、図8（B）は、3パターンの負荷パラメタによる負荷テストの結果からのレスポンスの飽和時の監視箇所、監視項目のリソース状況の予測を示す。

【0066】

図8（A）において、横軸は計算機システム10に与える負荷量を示し、縦軸はレスポンスの値を示す。図8（B）において、横軸は計算機システム10に与える負荷量を示し、縦軸は監視項目として決定されたリソースのリソース状況の値を示す。図8において、実線部分は負荷テストの結果から得られた線を示し、点線部分は予測された線を示す。また、図8（B）において、R点は、予測されたレスポンスの飽和時のリソース状況の予測値を示す点である。

【0067】

前述したレスポンス、スループットの曲線の予測と同様に、計算機システム10への負荷量に対する監視項目として決定されたリソースのリソース状況を示す線の予測を、負荷監視条件判断支援部23が自動的に行うようにしてもよいし、負荷監視条件判断支援部2

3 が予測のための支援としてシステム管理者に必要な情報を提供し、システム管理者が線の予測を行うようにしてもよい。その方法も、前述のレスポンス、スループットの曲線の予測のときと同様の方法でよい。

【0068】

計算機システム 10 への負荷量に対するリソース状況を示す線が予測されると、負荷監視条件判断支援部 23 は、予測されたリソース状況を示す線上で、ステップ S 33 で予測されたレスポンスの飽和点（P 点）が示す負荷量と同じ負荷量を示す点（R 点）を求める。例えば、R 点が示すリソース状況の予測値をしきい値として決定することができる。

【0069】

ただし、R 点が示すリソース状況の予測値の値がすでに監視項目に決定されたリソースの物理的限界値を越えている場合には、ステップ S 36 と同様に監視項目に決定されたリソースの物理的限界値をもとにしきい値を決定する。

【0070】

図 9 は、本実施の形態におけるスループットの飽和時の監視箇所、監視項目のリソース状況の予測を説明する図である。図 9（A）は、3 パターンの負荷パラメタによる負荷テストの結果からのスループットの飽和点（Q 点）の予測を示し、図 9（B）は、3 パターンの負荷パラメタによる負荷テストの結果からのスループットの飽和時の監視箇所、監視項目のリソース状況の予測を示す。

【0071】

図 9（A）において、横軸は計算機システム 10 に与える負荷量を示し、縦軸はスループットの値を示す。図 9（B）において、横軸は計算機システム 10 に与える負荷量を示し、縦軸は監視項目として決定されたリソースのリソース状況の値を示す。図 9 において、実線部分は負荷テストの結果から得られた線を示し、点線部分は予測された線を示す。また、図 9（B）において、S 点は、予測されたスループットの飽和時のリソース状況の予測値を示す点である。

【0072】

前述したレスポンス、スループットの曲線の予測と同様に、計算機システム 10 への負荷量に対する監視項目として決定されたリソースのリソース状況を示す線の予測を、負荷監視条件判断支援部 23 が自動的に行うようにしてもよいし、負荷監視条件判断支援部 23 が予測のための支援としてシステム管理者に必要な情報を提供し、システム管理者が線の予測を行うようにしてもよい。その方法も、前述のレスポンス、スループットの曲線の予測のときと同様の方法でよい。

【0073】

計算機システム 10 への負荷量に対するリソース状況を示す線が予測されると、負荷監視条件判断支援部 23 は、予測されたリソース状況を示す線上で、ステップ S 33 で予測されたスループットの飽和点（Q 点）が示す負荷量と同じ負荷量を示す点（S 点）を求める。例えば、S 点が示すリソース状況の予測値をしきい値として決定することができる。ただし、S 点が示すリソース状況の予測値の値がすでに監視項目に決定されたリソースの物理的限界値を越えている場合には、ステップ S 36 と同様に監視項目に決定されたリソースの物理的限界値をもとにしきい値を決定する。

【0074】

ここで、図 8、図 9 に示すように、通常は、レスポンス飽和時のしきい値と、スループット飽和時のしきい値とが別々の値になる。計算機システム 10 の性格・性質によって、どちらかの値をしきい値として決定する。

【0075】

ステップ S 30～S 37 の負荷監視条件判断支援処理により決定された負荷監視条件（監視箇所、監視項目、しきい値）は、計算機システム 10 に送られる。以降、計算機システム 10 では、決定された負荷監視条件により負荷監視が行われる。

【0076】

なお、図 4 の例のフローチャートでは、レスポンス曲線、スループット曲線の予測（図

7 (A), (B)) と, リソース状況の線の予測 (図 8 (B), 図 9 (B)) とを別々に行っているが, それらの予測を同時に行い, 図 8, 図 9 のように 2 つの線の予測結果のグラフを並べて同時に表示し, それらをもとにシステム管理者が飽和点としきい値とをいっしょに決定できるようにしてもよい。

【0077】

以上, 本発明の実施の形態について説明したが, 本発明はこれに限るものではなく, 例えば, 図 1 の負荷監視システムの構成例では, 負荷発生部 21, 外部レスポンス・スループット測定部 22, 負荷監視条件判断支援部 23 が一つのハードウェアで実現されているが, それぞれが別々のハードウェアで実現されていてもよい。

【0078】

また, 本実施の形態では, 最もよく反応したリソースの項目 (1 つ) についてのみ, しきい値を決定するようにしているが, 例えば, よく反応したリソースの項目の上位 5 つについてしきい値を決定するなど, 複数のリソースの項目についてしきい値を決定するようにしてもよい。

【0079】

以上, 本発明の実施の形態の特徴を列挙すると, 以下の通りである。

(付記 1)

1 つまたは複数の計算機からなる計算機システムの負荷監視を行うための負荷監視条件を決定する負荷監視条件決定方法を計算機に実行させるための負荷監視条件決定プログラムであって,

前記計算機システムに外部から負荷を与える処理と,

前記計算機システムに負荷が与えられている間, 前記計算機システムの外部でレスポンスまたはスループットを測定する処理と,

前記計算機システムに負荷が与えられている間, 前記計算機システムから前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果を受信する処理と,

前記計算機システムに与えた外部からの負荷量と, 前記レスポンスまたはスループットの測定結果と, 前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とから, 前記計算機システムの負荷監視に用いる負荷監視条件を決定する処理とを,

計算機に実行させるための負荷監視条件決定プログラム。

(付記 2)

付記 1 に記載の負荷監視条件決定プログラムにおいて,

前記負荷監視条件は, どのリソースのどの項目を監視するかを示す監視項目と, その監視項目の監視に用いるしきい値との情報を少なくとも含み,

前記負荷監視条件を決定する処理では,

前記外部から与えた負荷と前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とを関連付けることによって, 前記負荷に対してよく反応したリソースの項目を検出し, それを監視項目とし, それを監視する基準となるしきい値を, 前記測定したレスポンスもしくはスループットの限界性能またはその予想値, あるいはリソース状況の測定結果に基づくリソースの物理的限界によって決定する処理を,

計算機に実行させることを特徴とする負荷監視条件決定プログラム。

(付記 3)

付記 2 に記載の負荷監視条件決定プログラムにおいて,

前記しきい値を決定する処理では,

前記レスポンスまたはスループットの測定結果が限界性能を示している場合に, そのときの前記監視項目のリソース状況の測定結果をもとにしきい値を決定し,

前記監視項目に決定されたリソースが物理的限界を示している場合に, その物理的限界をもとにしきい値を決定し,

前記レスポンスまたはスループットの測定結果が限界性能を示しておらず, 前記監視項目に決定されたリソースが物理的限界を示していなければ, 前記レスポンスまたはスループットの測定結果からレスポンスまたはスループットの限界性能を予測し, その予測した

レスポンスまたはスループットの限界時の前記監視項目のリソース状況を、前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果から予測し、その予測したリソース状況をもとにしきい値を決定する処理を、

計算機に実行させることを特徴とする負荷監視条件決定プログラム。

(付記4)

付記1に記載の負荷監視条件決定プログラムにおいて、

前記負荷監視条件を決定する処理は、

前記計算機システムに与えた負荷量と、前記レスポンスまたはスループットの測定結果と、前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とに関する情報をシステム管理者に提示する処理と、

前記計算機システムの負荷監視に最適な負荷監視条件の一部または全部をシステム管理者に選択させ、選択した情報を負荷監視条件として設定する処理とを含み、

これらの処理を計算機に実行させることを特徴とする負荷監視条件決定プログラム。

(付記5)

1つまたは複数の計算機からなる計算機システムの負荷監視を行うための負荷監視条件を決定する負荷監視条件決定システムであって、

前記計算機システムに負荷を与える負荷発生手段と、

前記計算機システムに負荷を与えている間に、前記計算機システムのレスポンスまたはスループットを測定する外部レスポンス・スループット測定手段と、

前記計算機システムに与えた負荷量と、前記レスポンスまたはスループットの測定結果と、前記計算機システムに負荷量を与えている間に前記計算機システム内部で測定された前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とから、前記計算機システムの負荷監視に用いる負荷監視条件を決定する負荷監視条件判断支援手段とを備える

ことを特徴とする負荷監視条件決定システム。

(付記6)

付記5に記載の負荷監視条件決定システムにおいて、

前記負荷監視条件は、どのリソースのどの項目を監視するかを示す監視項目と、その監視項目の監視に用いるしきい値との情報を少なくとも含み、

前記負荷監視条件判断支援手段は、

前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果から、前記計算機システムの外部から与えた負荷に対して、よく反応したリソースの項目を検出する手段と、

前記検出されたよく反応したリソースの項目を、前記監視項目として決定する手段と、

前記レスポンスまたはスループットの測定結果が限界性能を示している場合に、そのときの前記監視項目のリソース状況の測定結果をもとにしきい値を決定する手段と、

前記監視項目に決定されたリソースが物理的限界を示している場合に、その物理的限界をもとにしきい値を決定する手段と、

前記レスポンスまたはスループットの測定結果が限界性能を示しておらず、前記監視項目に決定されたリソースが物理的限界を示していなければ、前記レスポンスまたはスループットの測定結果からレスポンスまたはスループットの限界性能を予測し、その予測したレスポンスまたはスループットの限界時の前記監視項目のリソース状況を、前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果から予測し、その予測したリソース状況をもとにしきい値を決定する手段とを備える

ことを特徴とする負荷監視条件決定システム。

(付記7)

1つまたは複数の計算機からなる計算機システムの負荷監視を行うための負荷監視条件を決定する負荷監視条件決定方法であって、

前記計算機システムに外部から負荷を与える過程と、

前記計算機システムに負荷が与えられている間、前記計算機システムの外部でレスポンスまたはスループットを測定する過程と、

前記計算機システムに負荷が与えられている間、前記計算機システム内部のリソース状

況を測定する過程と、

前記計算機システムに与えた外部からの負荷量と、前記レスポンスまたはスループットの測定結果と、前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とから、前記計算機システムの負荷監視に用いる負荷監視条件を決定する過程とを有する

ことを特徴とする負荷監視条件決定方法。

(付記 8)

1 つまたは複数の計算機からなる計算機システムの負荷監視を行うための負荷監視条件を決定し、その負荷監視条件で負荷監視を行う負荷監視方法を計算機に実行させるための負荷監視プログラムであって、

前記計算機システムに外部から負荷を与える処理と、

前記計算機システムに負荷が与えられている間、前記計算機システムの外部でレスポンスまたはスループットを測定する処理と、

前記計算機システムに負荷が与えられている間、前記計算機システムから前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果を受信する処理と、

前記計算機システムに与えた外部からの負荷量と、前記レスポンスまたはスループットの測定結果と、前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とから、前記計算機システムの負荷監視に用いる負荷監視条件を決定する処理とを、

負荷監視条件決定用の計算機に実行させることによって決定された負荷監視条件が設定されることにより、前記設定された負荷監視条件を用いて前記計算機システムの負荷監視を行う処理を、

前記計算機システムを構成する計算機に実行させるための負荷監視プログラム。

(付記 9)

1 つまたは複数の計算機からなる計算機システムの負荷監視を行うための負荷監視条件を決定し、その負荷監視条件で負荷監視を行う負荷監視システムであって、

前記計算機システムに負荷を与える負荷発生手段と、

前記計算機システムに負荷を与えている間に、前記計算機システムのレスポンスまたはスループットを測定する外部レスポンス・スループット測定手段と、

前記計算機システムに与えた負荷量と、前記レスポンスまたはスループットの測定結果と、前記計算機システムに負荷量を与えている間に前記計算機システム内部で測定された前記計算機システム内部のリソース状況の測定結果とから、前記計算機システムの負荷監視に用いる負荷監視条件を決定する負荷監視条件判断支援手段と、

前記決定された負荷監視条件を用いて前記計算機システムの負荷監視を行うしきい値監視手段とを備える

ことを特徴とする負荷監視システム。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図 1】 本発明の実施の形態における負荷監視システムの構成例を示す図である。

【図 2】 本実施の形態における負荷監視処理のフローチャートである。

【図 3】 本実施の形態におけるリソース状況を測定するコマンドとコマンドの結果の例を示す図である。

【図 4】 本実施の形態における負荷監視条件判断支援処理のフローチャートである。

【図 5】 本実施の形態における監視箇所、監視項目の決定を説明する図である。

【図 6】 本実施の形態における監視箇所、監視項目の決定を説明する図である。

【図 7】 本実施の形態におけるレスポンス、スループットの飽和点の予測を説明する図である。

【図 8】 本実施の形態におけるレスポンスの飽和時の監視箇所、監視項目のリソース状況の予測を説明する図である。

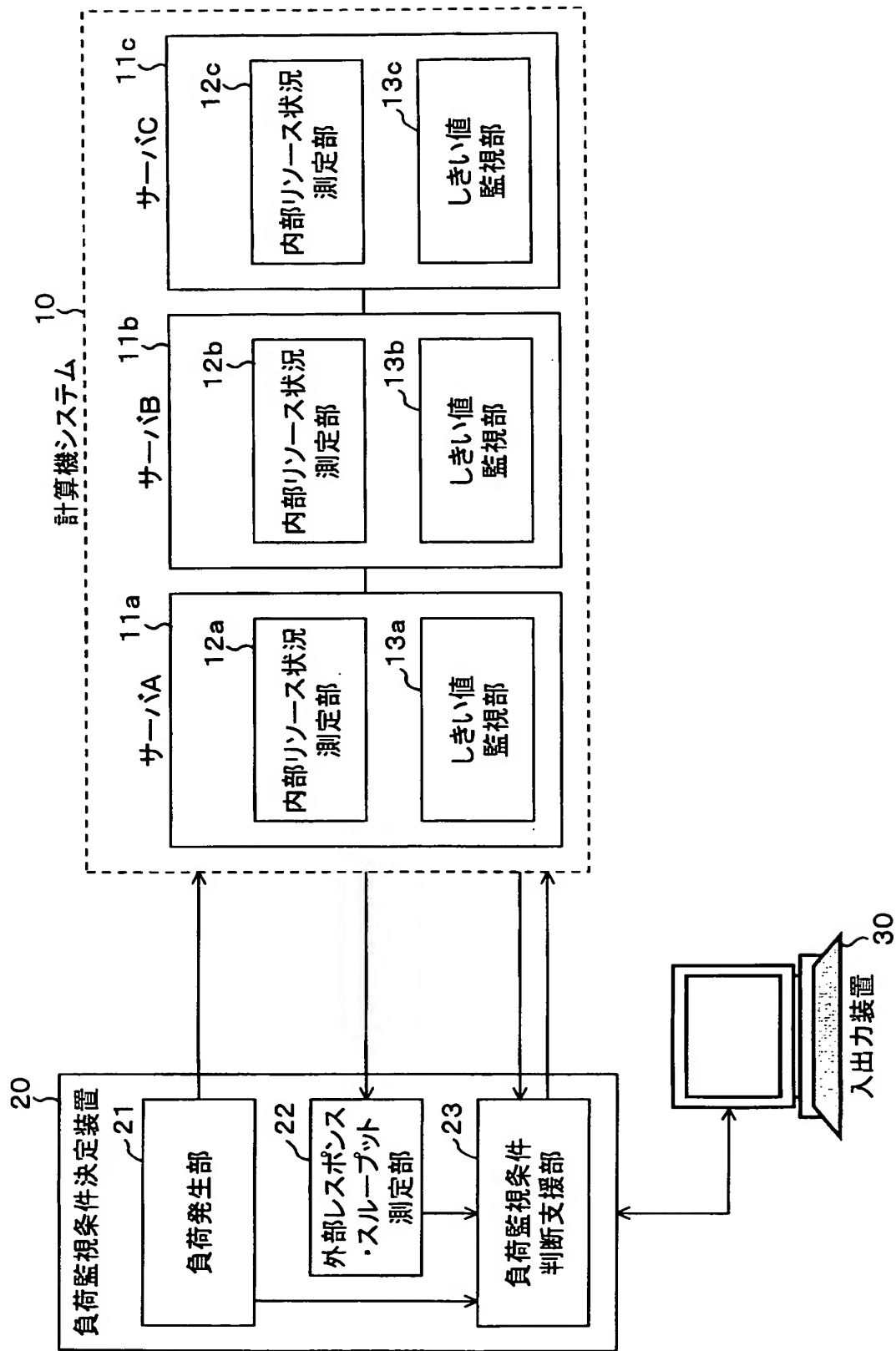
【図 9】 本実施の形態におけるスループットの飽和時の監視箇所、監視項目のリソース状況の予測を説明する図である。

【符号の説明】

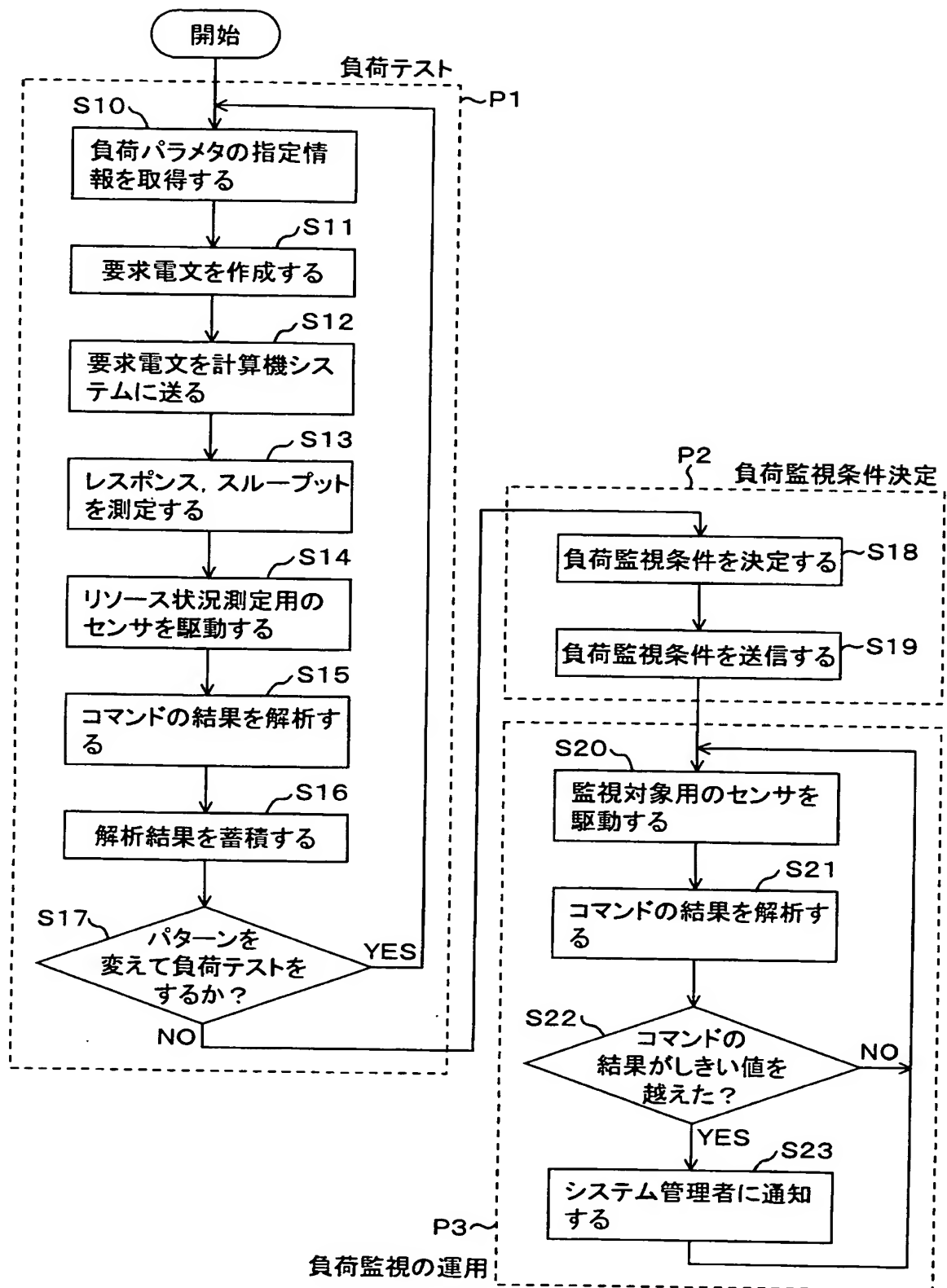
【 0 0 8 1 】

- 1 0 計算機システム
- 1 1 サーバ
- 1 2 内部リソース状況測定部
- 1 3 しきい値監視部
- 2 0 負荷監視条件決定装置
- 2 1 負荷発生部
- 2 2 外部レスポンス・スループット測定部
- 2 3 負荷監視条件判断支援部
- 3 0 入出力装置

【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】



【図 3】

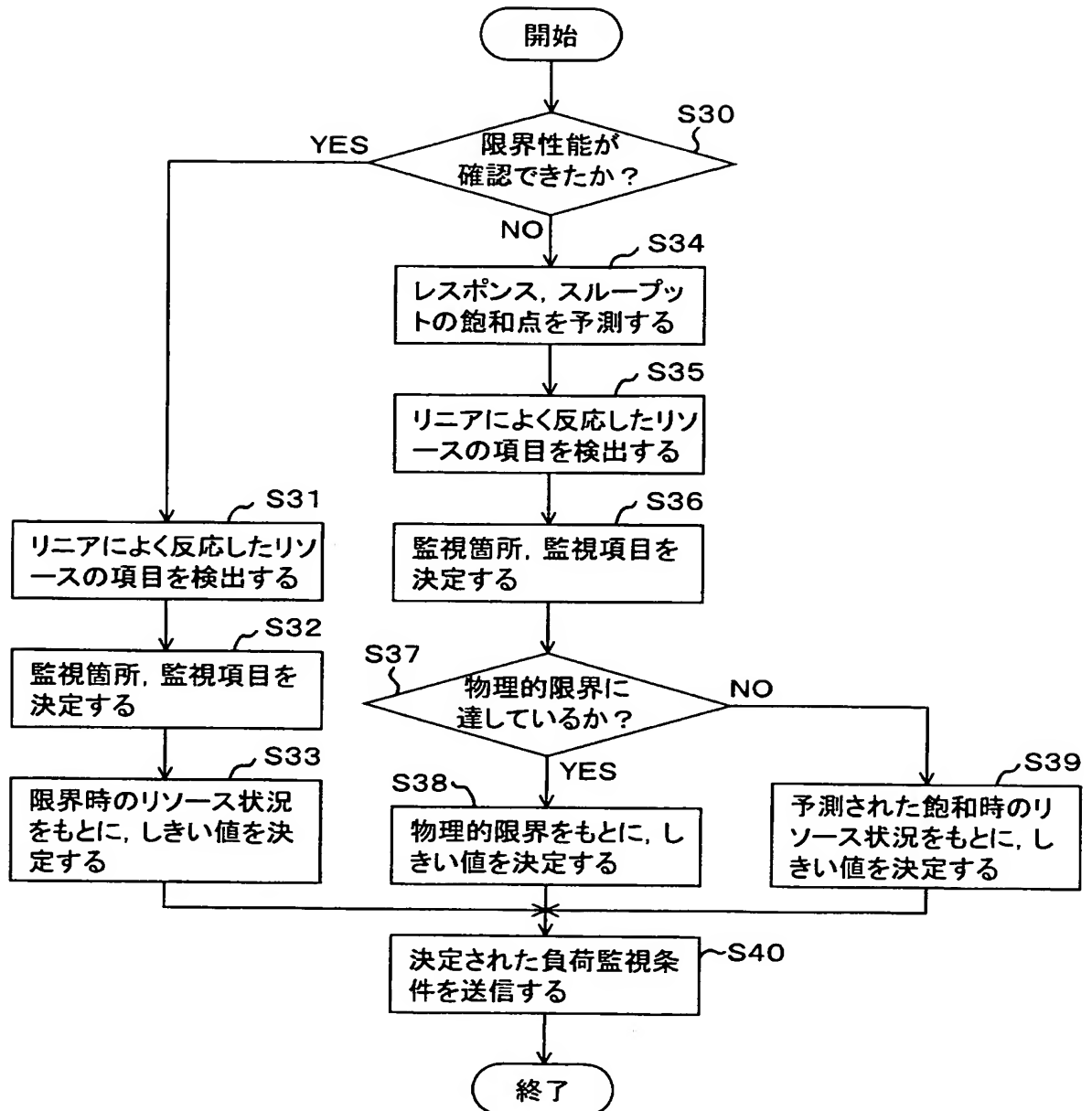
(A)

sar -u 5 5				
	%usr	%sys	%wio	%idle
09:36:25				
09:36:30	0	0	0	100
09:36:35	0	1	1	98
09:36:40	0	0	0	100
09:36:45	0	0	0	100
09:36:50	0	1	0	99
Average	0	0	0	99

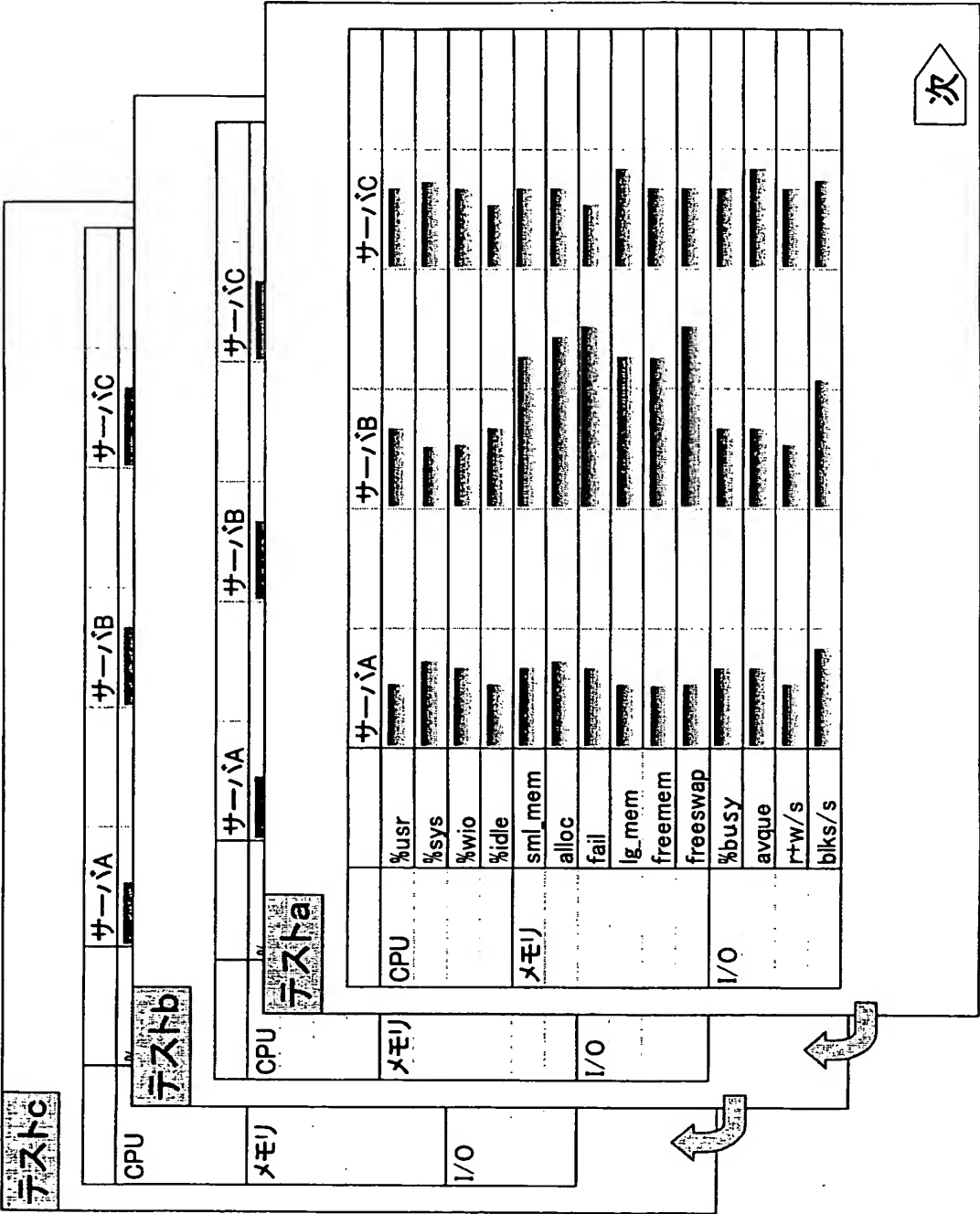
(B)

sar -r 5 5		
	freemem	freeswap
09:45:00		
09:45:05	3820	1104608
09:45:10	3792	1104054
09:45:15	3788	1102528
09:45:20	3825	1105024
09:45:25	3836	1105024
Average	3812	1104248

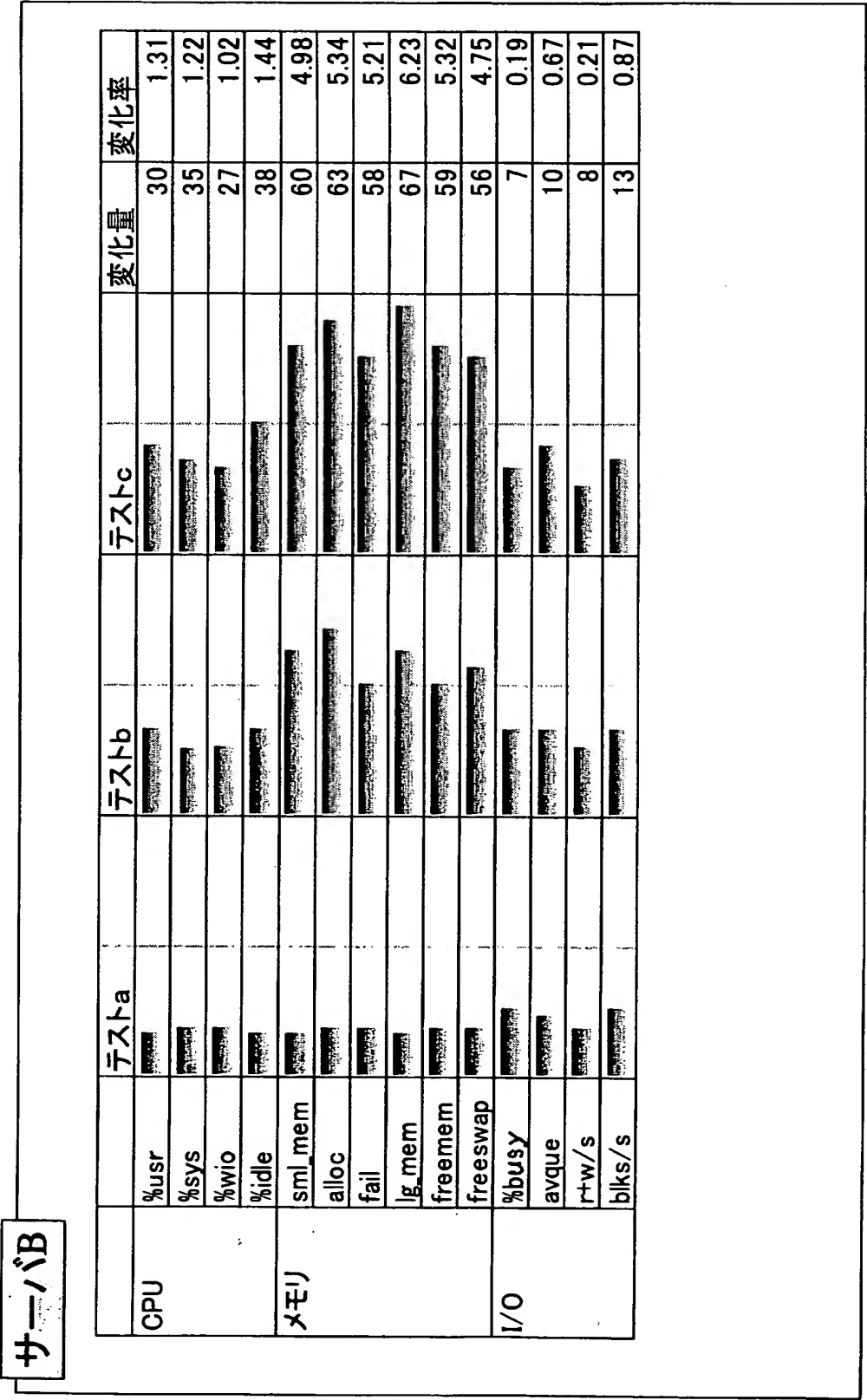
【図 4】



【図 5】

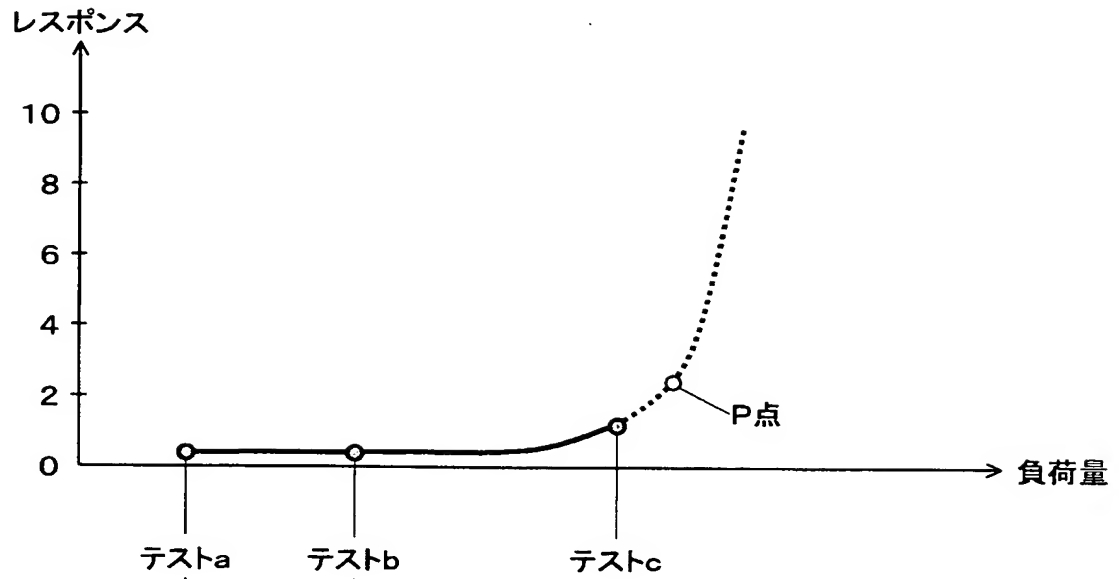


【図 6】

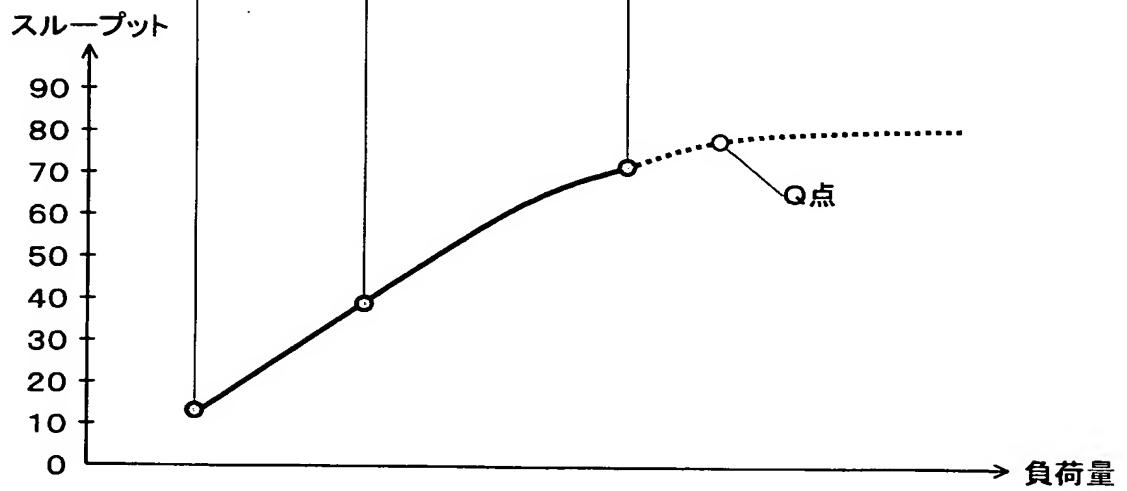


【図 7】

(A)

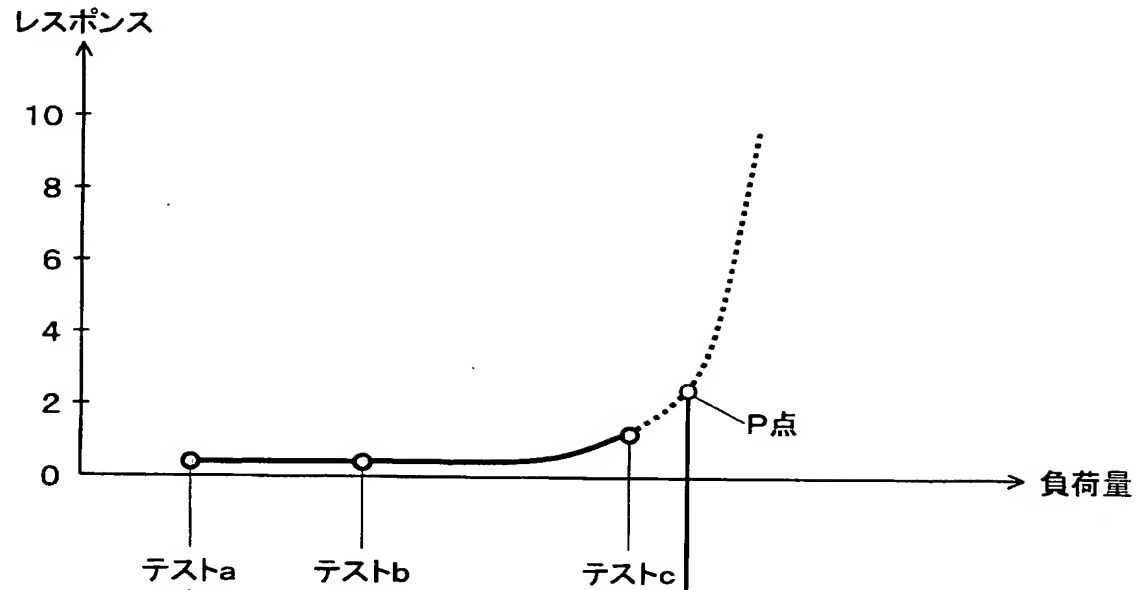


(B)

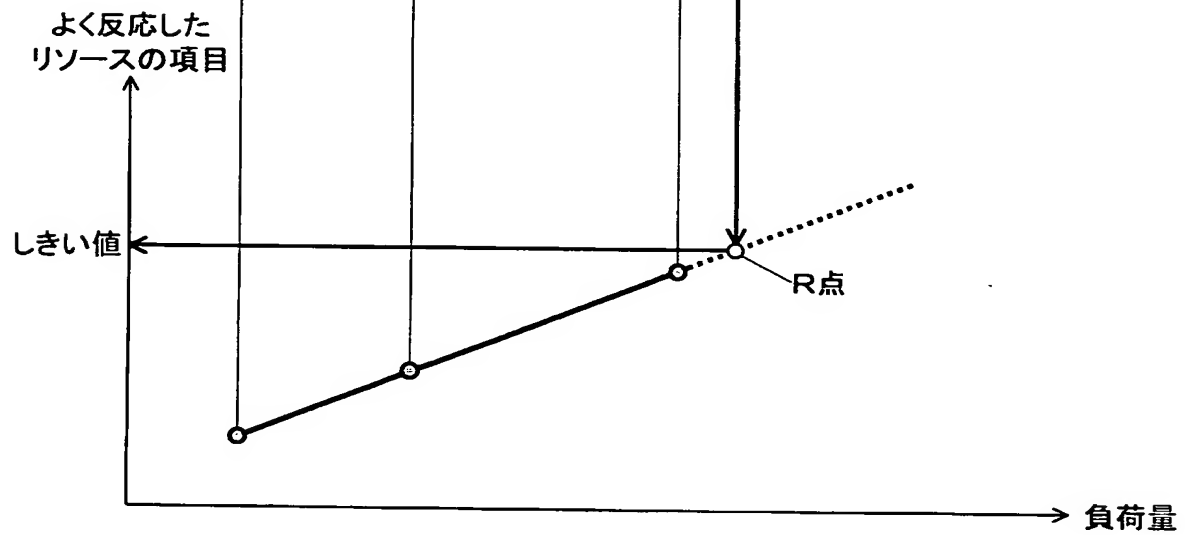


【図8】

(A)

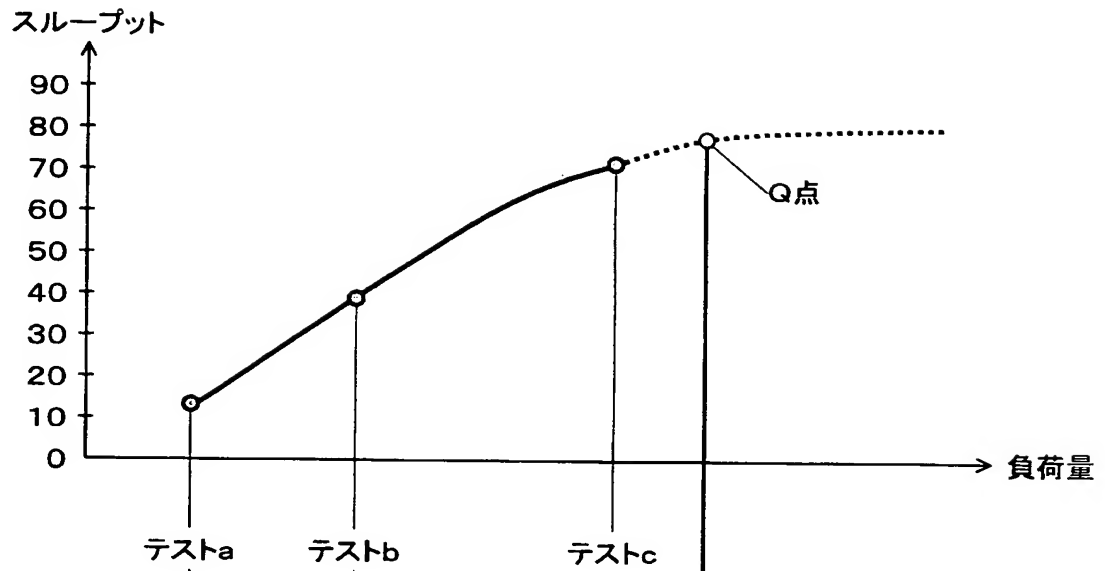


(B)

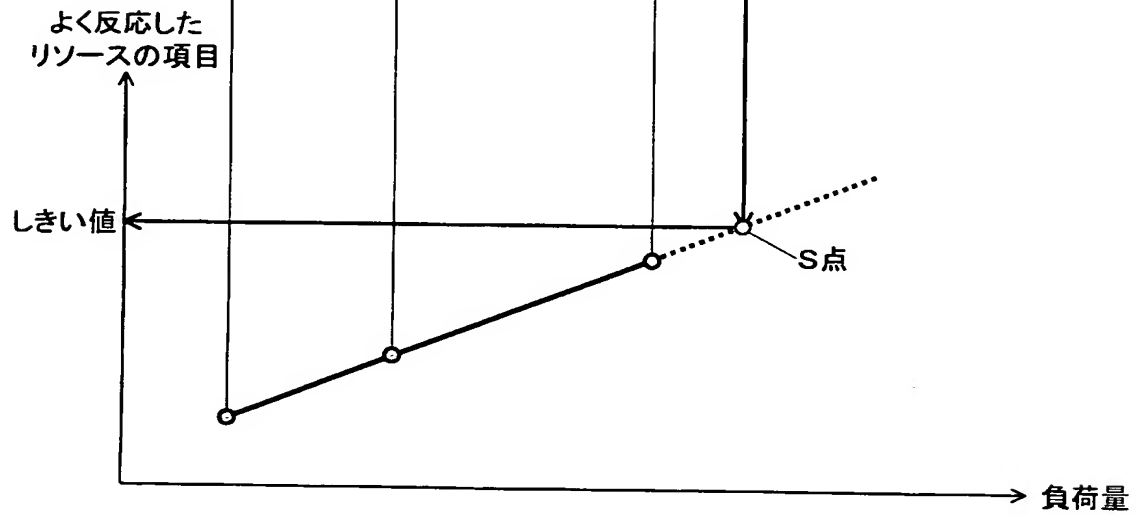


【図 9】

(A)



(B)



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 計算機システムの負荷監視条件を決定するための負荷監視条件決定方法に関し、正確な負荷監視条件の設定作業を容易に行うことを可能にする技術を提供する。

【解決手段】 負荷発生部 2 1 は、システム管理者からの負荷パラメタの指定に従って、計算機システム 1 0 に対して負荷を与える。外部レスポンス・スループット測定部 2 2 は、計算機システム 1 0 に負荷を与えている間、レスポンスとスループットとを測定する。内部リソース状況測定部 1 2 は、負荷を与えられている間、各リソースのリソース状況を測定する。負荷監視条件判断支援部 2 3 は、レスポンス、スループットの測定結果と、リソース状況の測定結果とから、監視箇所、監視項目およびしきい値に関する負荷監視条件を決定する。しきい値監視部 1 3 は、決定された負荷監視条件で、負荷監視を行う。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 6 9 8 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社